



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Gerİ Dönüşümlü Lİfler İÇeren Süprem Kumaşların Isıl Konfor Özelliklerinin İncelenmesi

Gizem CELEP^{a,*}, Gamze DOĞAN^b, Mehmet Emin YÜKSEKKAYA^a, Mevlüt TERCAN^a

^aTekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, TÜRKİYE

^bMalzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: gizem.celep@usak.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada orijinal (ORJ) ve geri dönüşümlü (GD) pamuk lifleri kullanılarak, %100 ORJ, %100 GD ve 50/50 ORJ/GD pamuk lifleri içeren iplikler üretilmiş ve bu iplikler ile üretilen süprem kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla konfeksiyonda açığa çıkan kumaş kırpıntılarında elde edilen geri dönüşümlü pamuk lifleri ve orijinal pamuk lifleri open-end rotor iplik eğirme sisteminde eğrilmiş ve bu ipliklerden süprem kumaşlar üretilmiştir. Geri dönüşümlü ve orijinal pamuk ipliklerinden elde edilen bu kumaşların ısı konfor özelliklerini karşılaştırmak amacıyla; ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve hava geçirgenlik özellikleri ölçülmüştür. Kumaşlarda geri dönüşümlü pamuk liflerinin kullanımının kumaşların ısı direnç değerlerini arttırdığı; ısı iletkenlik, hava geçirgenliği ve ısı soğurganlık değerlerini düşürdüğü gözlenmiştir. Geri dönüşümlü liflerinden örülmüş süprem kumaşların ısı direnç değerlerinin yüksek olmasının ve ilk temasta daha sıcak bir his vermesinin orijinal liflerden üretilen kumaşlara göre kullanım alanına bağlı olarak üstünlük sağladığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Isıl konfor, Geri dönüşüm, Pamuk, Süprem kumaş

An Investigation of Thermal Comfort Properties of Single Jersey Fabrics Including Recycled Fibers

ABSTRACT

In this study yarns were produced from virgin (V) and recycled (R) cotton fibers with a blend ratio of 100% V, 50/50 % V/R, and 100% R fibers. The thermal comfort properties of the single jersey fabrics produced from these yarns were investigated. For this purpose, recycled fibers were obtained from fabrics scraps that arise from garment industry. These recycled and virgin cotton fibers were used for producing open end rotor yarns and single jersey fabrics. In order to compare the thermal comfort properties of these fabrics; thermal conductivity, thermal resistance, thermal absorptivity, and air permeability values were measured. It was observed that usage of recycled cotton fibers increased the thermal resistance and decreased the thermal conductivity, thermal absorptivity and air permeability values of fabrics. Fabrics with higher thermal resistance values and having a

warmer feeling at first touch may outclass according to the usage area when compared with fabrics produced by original cotton fibers.

Keywords: Thermal comfort, recycling, cotton, single jersey fabric

I. GİRİŞ

Dünyada her yıl yaklaşık olarak 1 milyon ton tekstil atığı ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların büyük bir çoğunluğunu iplik ve kumaş üretiminde ortaya çıkan tekstil telefleri, konfeksiyon aşamasında ortaya çıkan kumaş parçaları ve kullanılmış tekstil ürünleri oluşturmaktadır. Açığa çıkan bu tekstil atıklarının büyük bir kısmı geri dönüştürülebilir niteliktedir. Sentetik lif üretim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde doğal liflerin özelliklerine benzer özellikler sergileyen yeni nesil liflerin üretilebilmelerine rağmen, başta konfor özelliği olmak üzere pek çok özelliği açısından pamuk lifleri yıllardır vazgeçilmezliğini sürdürmektedir. Gerek doğal kaynaklardaki azalma, gerekse dünya nüfusundaki hızlı artış araştırmacıları geri dönüşüm konusunda çalışmalara iterken, insanların da geri dönüşüm konusundaki farkındalıklarını arttırmıştır.

Türkiye’de tekstil atıklarının bir kısmı keçe üretimi için geri dönüştürülmekte iken büyük bir kısmı da iplik yapımında değerlendirilmektedir. Özellikle ring iplikçilik sistemine göre daha kısa liflerin kullanıldığı open end rotor iplikçilik sisteminde geri dönüştürülmüş lifler büyük bir oranda kullanılmaktadır [1]. Bir ring işletmesinde karde iplik üretimi aşamasında ortaya çıkan telef miktarı yaklaşık %5,5-10,5, penye iplik üretiminde yaklaşık %12, kumaş üretimi ve konfeksiyon aşamalarında ise bu oran %23'lere kadar çıkmaktadır [2]. Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda iplik ve kumaş üretimi ile konfeksiyon aşamalarında ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi, tekstil sektöründe kullanılan doğal hammadde kaynaklarından tasarruf etmede ve optimum kalite ve maliyette nihai tekstil ürünlerinin üretiminde fayda sağlamaktadır.

Çeşitli üretim proseslerinde oluşan pamuklu atıklar mekanik yöntemler ile geri kazanılmaktadır. Açma makinalarından geçirilerek yeniden lif formuna getirilen geri dönüştürülmüş pamuk lifleri kullanım alanına uygun olarak belirlenen oranlarda orijinal pamuk lifleri ile karıştırılarak iplik üretim hattına beslenmektedir. Bu yöntemler ile elde edilen geri dönüşümlü ipliklerin örme ya da dokuma kumaş haline getirilerek çeşitli fiziksel, kimyasal ve konfor özelliklerinin belirlenmesi, bu ürünlerin piyasaya sunulması ve tüketiciler tarafından kabul görmesi büyük önem taşımaktadır. Tüketiciler açısından tekstil ürünlerinin konfor özelliği önemli bir kalite kriteridir. Son yıllarda giysi konforuna verilen önemin artması ile çalışmalar hem yeni ürünlerin tasarımına hem de başta ısı konfor olmak üzere çeşitli konfor özelliklerinin belirlenmesine odaklanmaktadır. Günümüze kadar orijinal liflerden elde edilmiş kumaşların ısı direnç, ısı iletkenlik, ısı soğurganlık, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği gibi ısı konfor parametreleri pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir [3-7]. Kumaşların ısı konfor özellikleri lif tipi ile iplik ve kumaş yapısından etkilenmektedir. Kullanılan lif tipi, inceliği, enine kesit şekli, iplik eğirme metodu, iplik numara ve bükümü, iplik tüylülüğü, kumaş kalınlığı, gözenekliliği ve konstrüksiyonu kumaşların ısı konfor ve geçirgenlik özelliklerinin belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir. Mikroliflerin kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda mikroliflerden üretilen kumaşların normal incelikteki liflerden üretilen kumaşlara göre daha iyi ısı yalıtımı ve nem iletim özelliğine sahip olduğu belirtilmiştir [8, 9]. Alay ve Yılmaz, farklı liflerinden üretilen örme kumaşların performans özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Çalışmanın bulgularına göre kumaşların hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve kuruma davranışları üzerinde liflerin fiziksel yapılarının etkili olduğu belirtilmiştir [10]. Behera vd. ring, rotor ve friksiyon ipliklerden dokunmuş kumaşların duyusal ve ısı konfor özelliklerini incelemişler ve ısı konfor açısından friksiyon ipliklerin en uygun iplik yapısı olduğunu belirtmişlerdir [11]. Singh ve Nigam karde, penye ve kompakt ipliklerden üretilen kumaşların ısı konfor özelliklerini araştırmışlardır. Karde ipliklerden üretilen dokuma kumaşların ısı direncinin, kompakt ipliklerden üretilen kumaşların ise su buharı geçirgenlik değerlerinin daha yüksek olduğu ortaya konmuştur [12].

Geri dönüşümlü lifler içeren iplik ve kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin orijinal liflerden oluşan iplik ve kumaşlar ile karşılaştırılmasını içeren çalışmalar olmasına rağmen [13-19]; geri dönüşümlü ürünlerin konfor özelliklerinin karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır [20, 21]. Bu çalışmada geri dönüşümlü pamuk lifleri içeren open end rotor ipliklerinden elde edilmiş örme kumaşların ısı konfor özelliklerinin belirlenmesi ve orijinal pamuk liflerden üretilmiş kumaşlar ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

II. MALZEME ve YÖNTEM

A. MALZEME

Bu çalışmada orijinal (ORJ) ve geri dönüşümlü (GD) pamuk lifleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan geri dönüşümlü pamuk lifleri, konfeksiyon aşamasında açığa çıkan kumaş kırpıntılarının mekanik işlemlerle açılarak lif haline getirilmesi sonucunda elde edilmiştir. Kullanılan liflere ait özellikler Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Pamuk liflerinin HVI özellikleri

Lif Tipi	Lif İnceliği (Mikroner)	Mukavemet (g/tex)	Kopma Uzaması (%)	Lif Uzunluğu (mm)	Uzunluk Üniformite indeksi	Kısa Elyaf Oran	Olgunluk İndeksi	Çepel Derecesi	Çepel Alanı (%)	Çepel Sayısı
ORJ	4,3	31,6	11,2	29	82	8,3	0,85	1	0,13	11
GD	4,4	30,7	8,9	26	78	11,4	0,92	1	0,03	0

Bu liflerden Ne 15 inceliğinde % 100 ORJ, % 100 GD ve 50/50 ORJ/GD open end rotor pamuk iplikleri üretilmiştir. 50/50 ORJ/GD pamuk ipliklerinin üretimi cer aşamasında karışım ile gerçekleştirilmiştir. İplik üretimleri Oerlikon BD 320 open end rotor makinasında 65000 devir/dk. rotor hızı, 43 mm rotor çapı, 9500 devir/dk. açıcı silindir hızında ve 8 yivli seramik düze kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Süprem kumaşlar 8 iğne/inç inceliğindeki çorap örme makinasında üretilmiştir.

B. YÖNTEM

İplik yapı ve özellikleri kumaşların ısı konfor özelliklerini büyük oranda değiştirmektedir. Özellikle iplik tüylülüğü, hacimliliği, iplik inceliği ve çapı kumaşların hava, su buharı ve ısı geçirgenlik değerleri üzerinde etkili parametrelerdir [22]. Bu amaçla çalışmada geri dönüşümlü ve orijinal pamuk liflerinden üretilen aynı incelikteki ipliklerin çap ve tüylülük özellikleri ölçülmüş ve bu değerlerin süprem kumaşların ısı ve hava geçirgenlik değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Üretilen ipliklerin tüylülük özellikleri Uster Tester 4 cihazında ölçülmüş ve her iplik için 10 tüylülük değerinin

ortalaması alınmıştır (Tablo 2). İplik çaplarının sabit bir gerilim altında ölçümlerinin gerçekleştirilebilmesi için ipliklerin bir uçları sabitlenmiş, diğer uçlarına ise 10 g'lık ağırlık asılmıştır. Parmak kamera vasıtası ile görüntüleri alınan ipliklerin çapları Image J Visualization Software yardımı ile ölçülmüştür. İpliklerin farklı yerlerinden 50 ölçüm alınarak ortalamalar hesaplanmıştır.

Tablo 2. İplik özellikleri

Numune	İplik Numarası (Ne)	Tüylülük (H)	İplik Çapı (µm)
ORJ	15	5,50	360,34
50/50 ORJ/GD	15	5,90	373,58
GD	15	6,18	378,34

Süprem kumaşlara ait ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve kalınlık değerleri Alambeta cihazında TS EN ISO 11092 standardına göre ölçülmüştür. Kumaşların hava geçirgenlik ölçümleri ise TS 391 EN ISO 9237 standardına uygun olarak, Textest FX 3300 marka hava geçirgenliği cihazında 100 Pa basınç altında ve 20 cm²'lik test başlığı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir numuneden 10'ar ölçüm yapılmış olup elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.

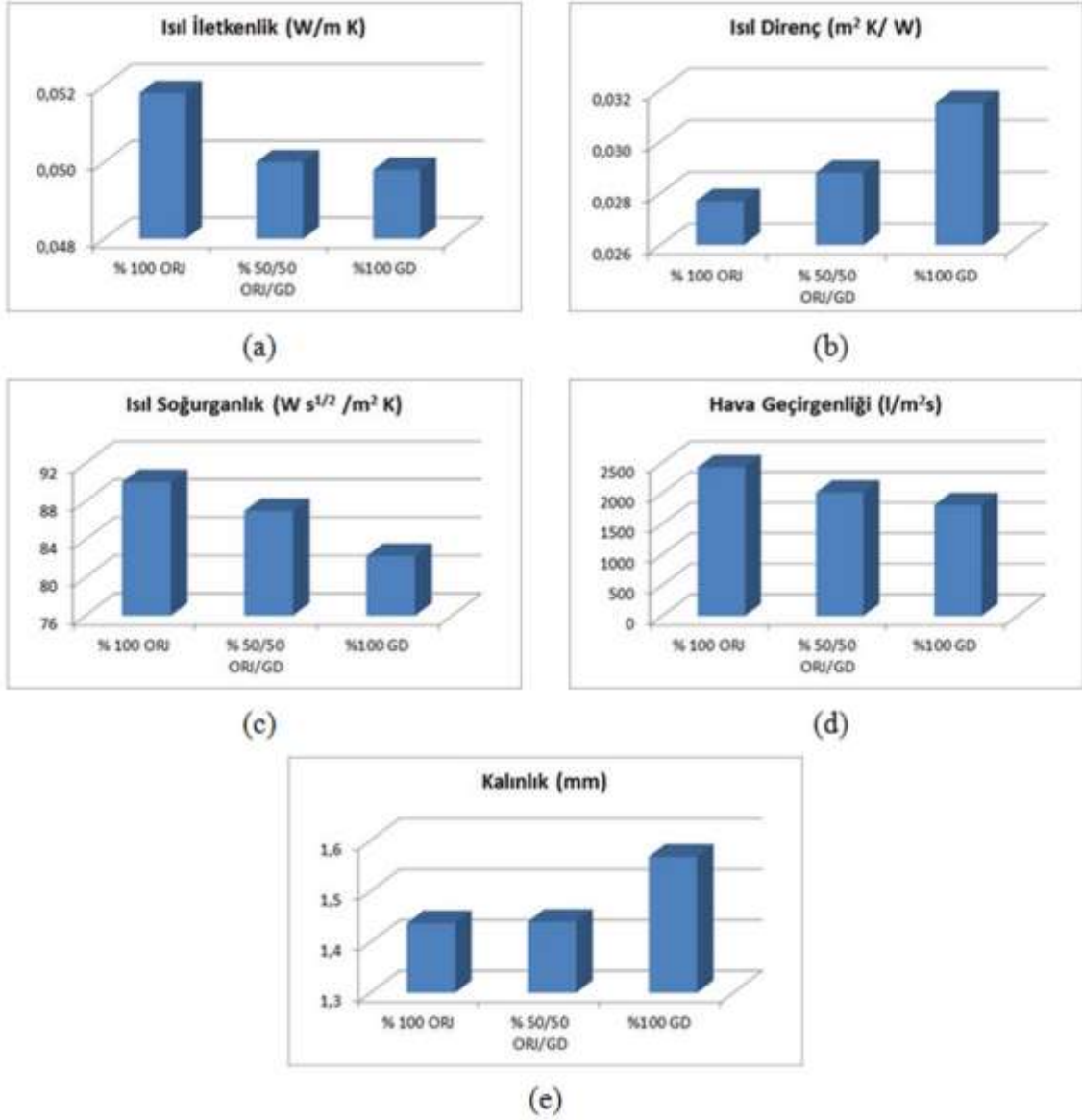
Elde edilen veriler IBM SPSS 19 istatistik programında değerlendirilmiş olup, değerlendirme yöntemi olarak tek yönlü ANOVA ve çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testleri seçilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler $\alpha=0,05$ önem seviyesinde karşılaştırılmıştır. Değişkenlerin varyanslarının homojenliği Levene testi ile incelenmiş olup, varyansların homojen olmadığı durumlarda ($p<0,05$) Tamhane, homojen olduğu durumlarda ise Tukey testi seçilmiştir.

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

%100 ORJ pamuk, %50/50 ORJ/GD pamuk ve %100 GD pamuk ipliklerinden örülen kumaşlara ait ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık, hava geçirgenliği ve kalınlık değerleri Şekil 1 a-e'de verilmekte olup, özelliklere ait istatistiksel değerlendirmeler ise Tablo 3, 4 ve 5'te sunulmaktadır.

Levene test sonuçları incelendiğinde (Tablo 3), ısı iletkenlik, ısı direnç ve ısı soğurganlık değerlerinin varyansları homojen olduğu görülmektedir ($p>0,05$). Bu sebeple çoklu karşılaştırma testlerinde Tukey testi seçilmiştir. Varyansın homojen olmadığı ($p<0,05$) hava geçirgenliği için ise Tamhane test sonuçları göz önüne alınmıştır.

Tablo 4'te verilen ANOVA sonuçlarına göre kullanılan lif tipinin süprem kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve hava geçirgenliği özellikleri üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tablo 5'te ise kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık ve hava geçirgenliği özelliklerinin hangi iplik türleri arasında farklılık gösterdiği detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 1. Kumaşlara ait ısıl konfor özellikleri

Tablo 3. Varyansların homojenliği test sonuçları

Özellik	Levene İstatistiği	sd 1	sd 2	Anlamlılık (p)
Isıl İletkenlik	0,839	2	27	0,443
Isıl Direnç	0,517	2	27	0,398
Isıl Soğurganlık	0,646	2	27	0,532
Kalınlık	0,191	2	27	0,827
Hava Geçirgenliği	6,463	2	27	0,005

Tablo 4. ANOVA sonuçları

		Kareler Toplamı	Sd	Kare Ortalaması	F	Anlamlılık (p)
Isıl İletkenlik	Gruplar Arası	,000	2	,000	6,941	,004
	Grup İçi	,000	27	,000		
	Toplam	,000	29			
Isıl Direnç	Gruplar Arası	,000	2	,000	21,417	,000
	Grup İçi	,000	27	,000		
	Toplam	,000	29			
Isıl Soğurganlık	Gruplar Arası	308,294	2	154,147	4,161	,027
	Grup İçi	1000,114	27	37,041		
	Toplam	1308,408	29			
Kalınlık	Gruplar Arası	,112	2	,056	5,325	,011
	Grup İçi	,284	27	,011		
	Toplam	,395	29			
Hava Geçirgenliği	Gruplar Arası	1963926,667	2	981963,333	51,376	,000
	Grup İçi	516060,000	27	19113,333		
	Toplam	2479986,667	29			

Tablo 5. Çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bağımlı Değişken		İplik (I)	Türü	İplik Türü (J)	Ortalama Fark (I-J)	Anlamlılık (p)
Isıl İletkenlik	Tukey HSD	ORJ	50/50	ORJ/GD	,001800*	,014
				GD	,002000*	,006
				GD	,000200	,939
Isıl Direnç	Tukey HSD	ORJ	50/50	ORJ/GD	-,001100	,176
				GD	-,003800*	,000
				GD	-,002700*	,000
Isıl Soğurganlık	Tukey HSD	ORJ	50/50	ORJ/GD	3,04000	,512
				GD	7,79000*	,021
				GD	4,75000	,207
Kalınlık	Tukey HSD	ORJ	50/50	ORJ/GD	-,00300	,998
				GD	-,13100*	,021
				GD	-,12800*	,025
Hava Geçirgenliği	Tamhane	ORJ	50/50	ORJ/GD	412,000*	,000
				GD	615,000*	,000
				GD	203,000*	,002

A. ISIL İLETKENLİK

Şekil 1 (a) incelendiğinde %100 ORJ ipliğinden örülen süprem kumaşın ısı iletkenlik değeri en yüksek olduğu ve iplik yapısına geri dönüşümlü liflerinin katılması ile birlikte bu değerin azaldığı görülmektedir. Orijinal pamuk liflerinden eğrilen iplik yapısına % 50 oranında geri dönüşümlü lif ilavesi, kumaşların ısı iletkenlik değerlerinde önemli seviyede azalmaya neden olmuştur. Bu durum geri dönüşümlü ipliklerde ortalama lif uzunluğunun düşük olması, kısa lif oranının fazla olması ve dolayısı ile iplik tüylülüğünün fazla olmasından kaynaklanmaktadır. İplik tüylülüğü kumaşların ısı iletkenlikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İplik tüylülüğünün artması ile kumaş yapısında tutulan hava miktarı artmakta ve ısı iletkenlik değerlerinde bir düşüş meydana gelmektedir [23]. % 50/50 ORJ/GD ipliğinden üretilen kumaş ile % 100 GD ipliğinden üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli seviyede olmadığı bulunmuştur (Tablo 5).

B. ISIL DİRENÇ

Kumaşlara ait ısı direnç değerleri incelendiğinde, % 100 GD ipliğinden örülen süprem kumaşın en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1 (b)). %100 ORJ ipliği ile % 50/50 ORJ/ GD ipliklerinden örülen kumaşların ısı direnç değerleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmazken; diğer kumaşlar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 5). Bu durum kumaş kalınlığı, iplik tüylülüğü ve iplik çapı ile açıklanabilir. Isı direnç değeri kumaş kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik ile ters orantılıdır. % 100 GD ipliklerinin çaplarının ve tüylülüğünün yüksek olması, bu ipliklerden örülen kumaşların kalınlıklarının yüksek, ısı iletkenliklerinin düşük olması bu durumu etkilemektedir [22, 24].

C. ISIL SOĞURGANLIK

Süprem kumaşlara ait ısı soğurganlık değerleri incelendiğinde, iplik yapısına geri dönüşümlü liflerinin ilave edilmesi ile kumaşların ısı soğurganlık değerlerinde bir azalma meydana gelmekte ve dolayısıyla geri dönüşümlü liflerden üretilen kumaşlar ilk temasta daha sıcak bir his vermekteler (Şekil 1 (c)). Bu azalma % 100 ORJ ile % 50/50 ORJ/ GD kumaşları arasında önemsiz seviyede iken, % 100 ORJ ile % 100 GD kumaşları arasında önemli seviyededir (Tablo 5). Lif uzunluğu daha kısa olan geri dönüşümlü liflerin iplik yapısına dahil olması ile iplik tüylülüğü artmakta ve bunun bir sonucu olarak bu ipliklerle daha pürüzlü kumaş yüzeyleri elde edilmektedir. Pürüzlülüğünün artması ile birlikte kumaş ile cilt arasındaki temas alanı azalmakta ve böylece kumaşların ısı soğurganlık değerleri düşmekte ve ilk temasta daha sıcak bir his vermekteler [23-25].

D. HAVA GEÇİRGENLİĞİ

Şekil 1(d)'de görüldüğü üzere % 100 ORJ kumaş en yüksek hava geçirgenliği değerine sahiptir. İplik yapısına geri dönüşümlü lif ilavesi ile kumaşların hava geçirgenlik değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir seviyede azalma meydana gelmektedir (Tablo 5). İplik çapı, iplik tüylülüğü gibi iplik özellikleri kumaşların hava geçirgenlik özelliğinin etkileyen önemli parametrelerdir [6]. % 100 GD iplik çaplarının ve tüylülük değerlerinin fazla olması ayrıca bu ipliklerden üretilen süprem kumaşların kalınlıklarının da fazla olması, bu kumaşların hava geçirgenliklerinin % 100 ORJ kumaşa göre daha düşük olmasını etkilemektedir.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada % 100 ORJ, % 50/50 ORJ/ GD ve % 100 GD liflerinden üretilen süprem kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İplik yapısında % 50 oranında geri dönüşümlü lif kullanımının süprem kumaşların ısı direnç ve ısı soğurganlık değerlerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli seviyede olmadığı ancak ısı iletkenlik ve hava geçirgenliğini önemli seviyede düşürdüğü tespit edilmiştir. Kumaşlar %100 GD pamuk iplikleri ile üretildiklerinde ise, ORJ liflerle elde edilen kumaşlara göre ısı soğurganlık değerlerinde önemli seviyede azalma, ısı direnç değerlerinde ise önemli seviyede artış meydana geldiği gözlenmiştir. İplik yapısındaki geri dönüşümlü lif miktarının %100 olması ile birlikte kumaşların ısı soğurganlık değerlerinde önemli seviyede azalma, ısı direnç değerlerinde ise önemli seviyede bir artma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmadaki tüm bulgular değerlendirildiğinde, geri dönüşümlü lif kullanımının süprem kumaşların ısı iletkenlik, ısı soğurganlık ve hava geçirgenliği değerlerini azaltmakta ve ısı direnç değerlerini ise arttırmaktadır. Bu bağlamda bu kumaşların yazlık giysilerden ziyade mevsimlik giysi üretiminde kullanılabilecekleri düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.(Proje No: 2010MF002 ve 2012MF002)

V. KAYNAKLAR

- [1] A.A. Merati, M. Okamura *Text. Res. J.* **74(7)** (2004) 640-645.
- [2] Ş. Altun, *Türkiye'deki tekstil ve hazır giyim atıklarının ve geri kazanım imkanlarının genel profilinin çıkarılması*, Proje No: 109Y008, (2010).
- [3] C. Prakash, G. Ramakrishnan *Arab. J. Sci. Eng.* **39(3)** (2014) 2289–2294.
- [4] D. Gupta, V.K. Kothari, Y. Jhanji *IJFTR* **39(2)** (2014) 115-121.
- [5] N. Oğlakcioğlu, A. Marmarali *Fibres Text. in East. Eur.* **15(5-6)** (2007) 94-96.
- [6] A. Majumdar, S. Mukhopadhyay, R. Yadav *Int. J. Therm.Sci.* **49(10)** (2010) 2042-2048.
- [7] S.B. Stankovic, D. Popovic, G.B. Poparic *Polymer Testing* **27(1)** (2008) 41-48.
- [8] L. Schacher, D.C. Adolphe, J.Y. Drean *Int. J. Cloth. Sci.Tech.* **12(2)** (2000) 84-95.
- [9] J. Srinivasan, G. Ramakrishnan, S. Mukhopadhyay, S. Manoharan *J. Text. Inst.* **98(1)** (2007) 31-35.
- [10] S. Alay, D. Yılmaz *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* **1(2)** (2010) 91-95.
- [11] B.K. Behera, S.M. Ishtiaque, S. Chand *J. Text. Inst.* **88(3)** (1997) 255-264.
- [12] M.K. Singh, A. Nigam *J. Ind. Eng.* **2013** (2013) 1-7.
- [13] P.N. Duru, O. Babaarslan *Text. Res. J.* **73(10)** (2003) 907-911.
- [14] G.M. El-Nouby *J. Appl. Sci. Res.* **3(10)** (2007) 972-976.
- [15] M.T. Halimi, M.B. Hassen, B. Azzouz, F. Sakli *J. Text. Inst.* **98(5)** (2007) 437-442.
- [16] S. Kaplan, Ö. Göktepe *Fibres Text. in East. Eur.* **14(3)** (2006) 58-62.
- [17] M. Inoue, S. Yamamoto *Journal of Textile Engineering* **50(2)** (2004) 25-30.
- [18] M. Kondo, S. Kobayashi *Sen'i Gakkaishi Y.* **53(2)** (1997) 67-70.

- [19] G. Pınarlık, M.F. Şenol, *İkinci kullanım tekstil liflerinden yapılan open end rotor ipliklerinin özellikleri*, **I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi**, Uşak-Türkiye (2012) 169.
- [20] A.E. Tayyar, S. Üstün Çetin, *R-Pet elyaftan üretilen dokusuz yüzey kumaşların ısı özellikleri*, **I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi**, Uşak-Türkiye (2012) 23.
- [21] G. Celep, M.E. Yüksekaya, *Geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerini incelenmesi*, **I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi**, Uşak-Türkiye (2012) 157.
- [22] G.K. Tyagi, S.B. Bhattacharyya, M. Bhowmick, R. Narang *IJFTR* **35(2)** (2010) 128-133.
- [23] M.J. Pac, M.A. Bueno, M. Renner *Text. Res. J.* **71(9)** (2001) 806-812.
- [24] N. Özdil, A. Marmaralı, S.D. Kretzschmar *Int. J. Therm. Sci.* **46(12)** (2007) 1318-1322.
- [25] N. Oglakcioglu, P. Celik, T.B. Ute, A. Marmaralı, H. Kadoglu *Text. Res. J.* **79(10)** (2009) 888-894.